

526,359

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

Rec'd PCT/PTO

03 MAR 2005

(43) 国際公開日
2004年3月18日 (18.03.2004)

PCT

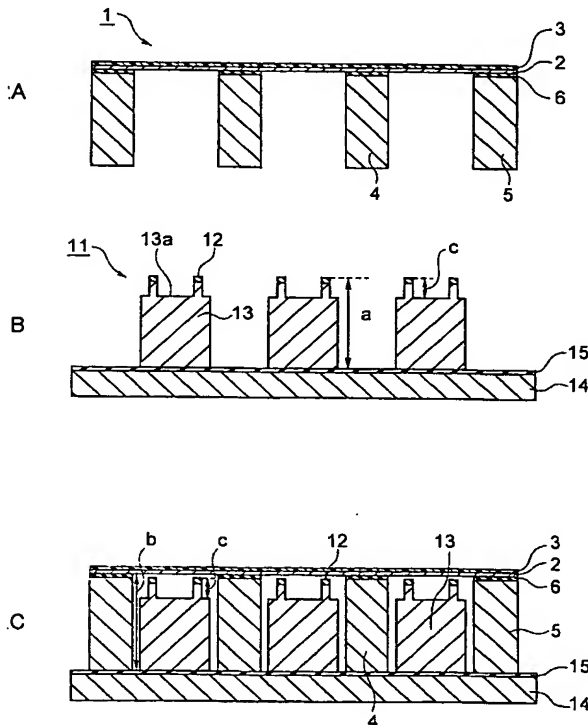
(10) 国際公開番号
WO 2004/023534 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/027, G03F 1/16, 7/20, 9/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011016
(22) 国際出願日: 2003年8月29日 (29.08.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-256369 2002年9月2日 (02.09.2002) JP
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小池 薫 (KOIKE, Kaoru) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 佐藤 隆久 (SATO, Takahisa); 〒111-0052 東京都台東区柳橋2丁目4番2号 宮木ビル4階 創造国際特許事務所 Tokyo (JP).
(81) 指定国(国内): KR, US.
(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: ALIGNMENT METHOD, ALIGNMENT SUBSTRATE, PRODUCTION METHOD FOR ALIGNMENT SUBSTRATE, EXPOSURE METHOD, EXPOSURE SYSTEM AND MASK PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: アライメント方法、アライメント基板、アライメント基板の製造方法、露光方法、露光装置およびマスクの製造方法



(57) Abstract: An alignment method capable of providing an alignment without providing an alignment mark on a mask and preventing a decrease in exposure throughput/latent image contrast; an alignment substrate and a production method therefore; an exposure method; an exposure system; a mask producing method. The alignment method comprises the step of allowing light or charged particle beam to pass from the first surface side to the second surface side of a thin film, reflecting light or charged particle beam off a plurality of alignment marks disposed on the second surface side of, and outside, the thin film, and detecting the reflected light or charge particle beam on the first surface side to detect the positions of the alignment marks, and the step of determining the position coordinates on the thin film using the detected position of alignment marks; the alignment substrate and the production method therefore using the alignment method; the exposure method and the exposure system performing such an alignment; and the mask producing method.

(57) 要約: マスクにアライメントマークを設けずにアライメントでき、露光スループット・潜像コントラストの低下を防止できるアライメント方法、アライメント基板とその製造方法、露光方法、露光装置、マスクの製造方法を提供する。薄膜の第1面側から第2面側に光または荷電粒子線を透過させ、薄膜の第2面側であって前記薄膜外に配置された複数のアライメントマークで光または荷電粒子線を反射させ、反射した光または荷電粒子線を第1面側で検出し、アライメントマークの位置

を検出する工程と、アライメントマークの検出位置を用いて、薄膜上の位置座標を求める工程とを有するアライメント方法、それ

[続葉有]

WO 2004/023534 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

アライメント方法、アライメント基板、アライメント基板の製造方法、
露光方法、露光装置およびマスクの製造方法

技術分野

本発明は、リソグラフィにおけるアライメント方法、アライメント基板、アライメント基板の製造方法、露光方法、露光装置およびマスクの製造方法に関する。

背景技術

従来、半導体装置の製造工程において、配線などの回路パターンを半導体基板に転写する工程では、主に紫外線を利用したリソグラフィ技術が利用されてきた。近年、半導体装置の高集積化が進み、これに伴って、配線などの回路パターンも従来よりさらに微細化することが求められている。しかしながら、微細化が進むにつれてリソグラフィ光源の短波長化が行き詰まりつつあり、新たな露光技術が期待されている。

そこで、電子線に代表される荷電粒子線やX線を用いたリソグラフィ技術に注目が集まっている。この荷電粒子線あるいはX線リソグラフィでは、ウェハをベースとしたメンブレンマスクまたはステンシルマスクを用いる。

図1Aはメンブレンマスクの断面図である。メンブレンマスク101は、荷電粒子線あるいはX線を透過させる極薄いメンブレン102上に、荷電粒子線あるいはX線を反射/散乱/吸収させる吸収体103を、露光したい回路パターン形状に合わせて配置したものである。メンブレン102の吸収体103が形成されていない側の面には、例えばシリコンウェハにエッチングを行うことにより梁104や支持枠部分105が形成されている。

図1 Bはステンシルマスクの断面図である。ステンシルマスク106は、荷電粒子線あるいはX線を反射/散乱/吸収させる薄いメンブレン107に、露光した回路パターン形状に合わせた開口部108を設けたものである。メンブレン107の一方の側の面には、例えばシリコンウェハにエッチングを行うことにより梁104や支持棒部分105が形成されている。梁104や支持棒部分105を形成するエッチングでは、エッチングストッパー層109によりメンブレン107がエッチングから保護される。上記のように、いずれのマスクにも薄膜（メンブレン）が用いられる。

一方、回路パターンの微細化に伴ってマスクにも高い位置精度が要求されている。一般に、マスクにパターンを形成するためのマスク露光には電子線リソグラフィが用いられるが、高い位置精度を実現するために、露光のための電子ビームの正確な位置決めが要求される。

しかしながら、たとえマスク露光が開始するとき、ビームが十分に位置決めされても、パターンの描き込みの間に電子ビームはドリフトと呼ばれる現象を示し、時間の経過に伴い、ある方向の不正確さが増大する。したがって、十分な精度を維持するために、パターン描き込みは電子ビームのドリフト量に応じて周期的に中断し、位置決め誤差が許容値を超えると、ビーム位置を再調整する。

このビーム位置調整は、ステージ上の例えばタングステン製マークに電子ビームを照射し反射した電子の検出と、その時のステージ位置の検出結果から行う。この電子ビーム位置調整では露光に用いるステージ位置から検出に用いるステージ位置まで、ステージが移動することになり、ステージのスリップまたは他の移動に関連する応力に起因して実際に誤差が導入され得る。さらにステージの移動を伴うため、露光以外の余計な時間を必要とし、スループットの悪化を招く。

この電子ビームの位置決めを高精度で実施するために、米国MITによりSpatial-phase-locked electron beam lithography (SPLEBL)と呼ばれるシステムが提案されている（米国特許第5892230号明細書および文献（“Spatial-phase-

locked Electron-beam Lithography: Initial Test Results”、pp2342-5、J. Vac. Sci. Technol. B. Vol. 11, No. 6 Nov. Dec. 1993) 参照)。

また、別の位置決め技術が米国海軍研究試験所(NRL: Naval Research Laboratories)から提案されている(米国特許第5 7 0 3 3 7 3号明細書および文献(“Improving pattern placement using through-the-membrane signal monitoring”, J. Vac. Sci. Technol. B 16(6), Nov/Dec 1998, pp3567-71) 参照)。この技術は、位置決め用グリッドをX線メンブレンの真下に置くものであり、この位置決めグリッドはショットキー・ダイオード接合を形成している。ショットキー・ダイオード接合が入射電子の検出器として機能するため、MITの手法と同様に、露光のための電子ビームで位置決め情報を取得できる。

また、マスク(レチクル)に2種類のアライメントマークを設けておき、マスク露光の際にレチクルの歪みを補正する方法も開示されている(特開2 0 0 0 - 1 2 4 1 1 4号公報参照)。この方法では全体パターンを小領域(サブフィールド)に分割し、サブフィールド毎に荷電粒子線で照射して、基板上でサブフィールド像をつなぎ合わせて全体パターンを転写露光するが、サブフィールド間に第1のアライメントマークを配置し、サブフィールドに第2のアライメントマークを配置する。2種類のアライメントマークを用いることにより、レチクルを露光装置にローディングする際に生じる歪みと、レチクル製作時の誤差などに起因する歪みが検出、補正される。

さらに、エッチングによりマスクに位置基準マークを形成するかわりに、マスクと別途に作製された位置検出部材をX線マスクに固定して、マスクパターンを描画する際の位置検出に用いる方法も開示されている(特開2 0 0 0 - 3 1 0 0 8号公報参照)。

上記の従来技術のうち、SPLEBLでは基板上に特殊な位置決めマークを設けておき、その基板全面を露光のための電子ビームで走査し、返ってきた信号を検出して露光と同時に位置決め情報を取得する。このため高い位置精度は得られるもの

の、第1の問題点として、特殊な位置決めマークをあらかじめ基板に設置する必要がある。

また、位置決めマークはパターン上および非パターン上に数 μ mピッチで配置される。すべての位置決めマークで位置決め情報の信号を読みながら描画が行われるため、第2の問題点として、露光が遅くなる。

第3の問題点として、位置決め情報の信号を読み取るための電子ビームで基板上のレジスト全面が露光されるために、潜像コントラストが低下する。これらの問題点があるため、SPLEBLは実験レベルで用いられているに過ぎない。

NRLの手法ではSPLEBLと異なり、位置決めマークを基板上に作成せずに、メンブレン下に設置するため、SPLEBLの第1の問題点は解決される。しかしながら、第2の問題点と第3の問題点は依然として残る。

また、特開2000-124114号公報に記載の方法の場合も、レチクルに第1および第2のアライメントマークを形成するため、SPLEBLの第1の問題点と同様の問題がある。

特開2000-31008号公報に記載の方法は、位置基準マークを形成するためのエッチング工程や、その後の洗浄工程で発生する塵によるマスクの汚染を防止する上では有効であるが、位置基準マークをメンブレン内に設けることができないため、複数の位置基準マークをマスク上に均等に配置することもできない。

発明の開示

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、したがって本発明は、マスクにアライメントマークを設けなくても高精度に位置合わせを行うことができ、アライメントによる露光のスループットの低下や、潜像コントラストの低下を防止できるアライメント方法、アライメント基板、アライメント基板の製造方法、露光方法、露光装置およびマスクの製造方法を提供することを目的とする。

上記の目的を達成するため、本発明のアライメント方法は、薄膜の第1面側から第2面側に露光線を透過させ、前記薄膜の第2面側であって前記薄膜外に配置された複数のアライメントマークで前記露光線を反射させる工程と、前記アライメントマークで反射した前記露光線を、前記薄膜の第1面側で検出し、前記アライメントマークの位置を検出する工程と、検出された前記アライメントマークの位置を用いて、前記薄膜上の位置座標を求める工程とを有することを特徴とする。

また、上記の目的を達成するため、本発明のアライメント基板は、第1面に露光線が入射する薄膜の第2面側に、表面が前記薄膜の第2面と対向するように配置され、前記表面に形成されたアライメントマークであって、前記薄膜を透過して入射する前記露光線を周囲の前記表面よりも高反射率で反射する複数の前記アライメントマークを有することを特徴とする。

上記の目的を達成するため、本発明のアライメント基板の製造方法は、第1の基板上にエッチングストッパー層を形成する工程と、該エッチングストッパー層上に第2の基板を形成する工程と、該第2の基板上の一部に複数のアライメントマークを形成する工程と、該アライメントマークをマスクとして、前記第2の基板の表層部分にエッチングを行い、前記アライメントマーク直下の前記第2の基板表面と、前記アライメントマーク周囲の前記第2の基板表面の間に段差を形成する工程と、前記アライメントマーク上および前記アライメントマーク周囲の前記第2の基板上の一部にレジストを形成する工程と、前記レジストをマスクとして、前記エッチングストッパー層が露出するまで前記第2の基板にエッチングを行う工程と、前記レジストを除去する工程とを有することを特徴とする。

上記の目的を達成するため、本発明の露光方法は、表面に複数のアライメントマークを有するアライメント基板で、前記アライメントマークの位置座標を測定する工程と、第1面上にレジストが塗布された薄膜の第2面側に、前記薄膜の第2面と前記表面が対向するように前記アライメント基板を配置する工程と、前記

薄膜の第1面側から第2面側に露光線を透過させ、前記アライメントマークで前記露光線を反射させる工程と、前記アライメントマークで反射した前記露光線を、前記薄膜の第1面側で検出し、前記アライメントマークの位置を検出する工程と、検出された前記アライメントマークの位置を用いて、前記レジストにマスクパターンを描画する位置を決定する工程と、前記レジストに荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線および／または放射線の露光により前記マスクパターンを描画する工程とを有することを特徴とする。

上記の目的を達成するため、本発明の露光装置は、第1面上にレジストが塗布された薄膜を保持する薄膜保持手段と、表面に複数のアライメントマークを有するアライメント基板を、前記薄膜の第2面側に、前記薄膜の第2面と前記表面が対向するように保持するアライメント基板保持手段と、前記第1面に露光線を照射し、前記レジストおよび前記薄膜を介して前記アライメントマークで反射させ、前記アライメントマークで反射された前記露光線を前記第1面側で検出し、前記アライメントマークの位置座標を測定するアライメント検出系と、前記レジストにマスクパターンを描画する荷電粒子線源、極短紫外線源、X線源、紫外線源および／または放射線源とを有することを特徴とする。

上記の目的を達成するため、本発明のマスクの製造方法は、薄膜の第1面上にレジストを塗布する工程と、表面に複数のアライメントマークが形成されたアライメント基板を、前記薄膜の第2面側に、前記薄膜の第2面と前記表面が対向するように配置する工程と、前記薄膜の第1面側から第2面側に露光線を透過させ、前記アライメントマークで前記露光線を反射させる工程と、前記アライメントマークで反射した前記露光線を、前記薄膜の第1面側で検出し、前記アライメントマークの位置を検出する工程と、検出された前記アライメントマークの位置を用いて、前記レジストにマスクパターンを描画する位置を決定する工程と、前記レジストに荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線および／または放射線の露光により前記マスクパターンを描画する工程と、前記レジストを現像する工程と、

前記レジストをマスクとして前記薄膜にエッチングを行い、前記マスクパターンで開口部を形成する工程と、前記レジストを除去する工程とを有することを特徴とする。

これにより、薄膜にアライメントマークを設けずに、薄膜のアライメントを高精度に行うことが可能となる。アライメント基板は、異なるマスクパターンが描画される他の薄膜のアライメントにも用いることができる。また、マスクパターンの露光に用いる荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線および／または放射線でアライメントを行うことも可能となる。

図面の簡単な説明

図1 Aはメンブレンマスクの断面図であり、図1 Bはステンシルマスクの断面図である。

図2 Aは本発明のアライメント方法でアライメントされるマスクブランクスの断面図であり、図2 Bは本発明のアライメント基板の断面図であり、図2 Cは図2 Aのマスクブランク스와図2 Bのアライメント基板がセッティングされた状態を示す断面図である。

図3は図2 Aに示すマスクブランクスの上面図の一例である。

図4は図2 Aに示すマスクブランクスの上面図の他の一例である。

図5 A～図5 Cは本発明のアライメント基板の製造方法の製造工程を示す断面図である。

図6 A～図6 Cは本発明のアライメント基板の製造方法の製造工程を示す断面図であり、図5 Cに続く工程を示す。

図7 A～図7 Cは本発明のアライメント基板の製造方法の製造工程を示す断面図であり、図6 Cに続く工程を示す。

図8は本発明のアライメント方法を示す断面図である。

図9 Aおよび図9 Bは本発明のアライメント方法でアライメントされるマスク

ブラנקスの断面図の例である。

図 10 A は本発明のアライメント方法でアライメントされるマスクブラנקスの断面図の他の例であり、図 10 B は図 10 A のマスクブラנקスと本発明のアライメント基板がセッティングされた状態を示す断面図である。

図 11 は本発明のアライメント方法の他の例を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明のアライメント方法、アライメント基板、アライメント基板の製造方法、露光方法、露光装置およびマスクの製造方法の実施の形態について、図面を参照して説明する。本実施形態では、ステンシルマスクにマスクパターンを形成するリソグラフィについて説明する。

図 2 A はマスクパターンを露光する前のマスクブラנקス 1 を示す断面図であり、図 2 B は本実施形態のアライメント基板 11 の断面図である。図 2 C は図 2 A のマスクブラנקス 1 と図 2 B のアライメント基板 11 をセッティングした状態を示す断面図である。

図 2 A に示すように、メンブレン 2 上には電子ビームに対する感光性を有するレジスト 3 が塗布されている。メンブレン 2 の材質は限定されないが、本実施形態においては、単結晶シリコンメンブレンとする。メンブレン 2 のレジスト 3 が塗布されていない側の面には、シリコンウェハにエッチングを行うことにより梁 4 と支持棒部分 5 が形成されている。

図 3 は図 2 A のマスクブラנקス 1 の平面図の一例であり、図 3 に示すように、梁 4 は例えば格子状に配置される。梁 4 を形成することにより、メンブレン 2 の撓みが防止されている。梁 4 や支持棒 5 が形成されていない部分に、所望の回路パターン形状で開口部が形成される。この開口部の形成は、図 2 A のレジスト 3 に露光および現像を行って得られるレジストパターンをマスクとして行われる。

図4は図2Aのマスクブランクス1の平面図の他の例である。図3に示すように梁4を形成したステンシルマスクでは、梁4部分に回路パターン（開口部）を配置できない。したがって、梁4部分と重なる回路パターンは、梁4の位置が異なる別のステンシルマスク（相補マスク）に配置する必要があるが生じる。

一方、図4に示すマスクブランクス1では、支持棒5の内側の領域を例えば中心で直交する2本の直線a、bによって4つの領域に分割し、これらの4つの領域で互いに梁4をずらして形成している。これらの4つの領域に形成される回路パターンは、露光によりウェハ上の同一の箇所に重ね合わせて転写される。

図4に示すように梁4を配置した場合、ある領域で梁4が形成されている部分の回路パターンを、マスク内の他の領域に配置できるため、複数枚の相補マスクを作製および使用する必要がない。図3および図4に示すマスクブランクス1は梁4の配置のみ異なり、断面構造や作製方法は共通する。

図3および図4において、梁4で囲まれた部分の大きさは、メンブレン2の撓みを防止できる範囲で設定すればよく、メンブレン2の材料や厚みに応じて適宜変更できる。一例として、シリコンメンブレン2の一方の面に梁4を格子状に配置した場合、梁4で囲まれた正方形の一辺の長さを1mm程度、梁4の幅を100～200μm程度とすることができる。

図2Aに示すマスクブランクス1の断面構造において、メンブレン2と梁4または支持棒部分5との層間には、例えばシリコン酸化膜からなるエッチングストッパー層6が形成されている。エッチングストッパー層6は、シリコンウェハにエッチングを行って梁4および支持棒5を形成する工程で、メンブレン2をエッチングから保護する。

上記のような構造のマスクブランクスは例えば、SOI（silicon on insulatorまたはsemiconductor on insulator）基板を用いて作製できる。この場合、SOIのシリコンウェハから梁4および支持棒部分5を形成し、SOI基板の埋め込み酸化膜をエッチングストッパー層6として用い、シリコン層をメンブレン2

として用いる。

図 2 B に示すように、アライメント基板 1 1 は最表面にアライメントマーク 1 2 を有する。アライメントマーク支持部 1 3 は、基板 1 4 上にエッチングストッパー層 1 5 を介して形成されている。アライメントマーク 1 2 の下層のアライメントマーク支持部 1 3 は、アライメントマーク 1 2 の周囲がエッチングによって掘り込まれた形状となっている。アライメントマーク 1 2 の周囲のアライメントマーク支持部 1 3 が掘り込まれた部分の表面を、以下、段差部分 1 3 a と表す。

図 2 A のマスクブランクス 1 の表面のレジスト 3 に露光を行う際には、図 2 C に示すように、マスクブランクス 1 の梁 4 および支持枠部分 5 を、アライメント基板 1 1 のアライメントマーク支持部 1 3 の間に嵌め込み、梁 4 および支持枠部分 5 の下端をエッチングストッパー層 1 5 上に載せる。

図 2 B に示す高さ a は、アライメントマーク支持部 1 3 とアライメントマーク 1 2 を合わせた高さを示す。高さ a は、図 2 A のマスクブランクス 1 の構造に応じて設定する。マスクブランクス 1 において、直径 8 インチ (200 mm) のシリコンウェハにエッチングを行って梁 4 および支持枠部分 5 を形成した場合、8 インチウェハの厚みが $725\ \mu\text{m}$ であることから、梁 4 または支持枠部分 5 の下端とメンブレン 2 の距離 b (図 2 C 参照) は、 $725\ \mu\text{m}$ にエッチングストッパー層 6 の厚みを足したものとなる。高さ a は、距離 b よりも小さくするが、距離 b にできるだけ近いことが望ましい。

メンブレン 2 の厚みはメンブレン 2 の材料や、露光に用いられる荷電粒子線のエネルギーなどに応じて異なるが、一般に $0.1\ \mu\text{m} \sim 2\ \mu\text{m}$ 程度と極めて薄いため、アライメント基板 1 1 のアライメントマーク 1 2 がメンブレン 2 と接触すると、メンブレン 2 が破損する恐れがある。したがって、マスクブランクスとアライメント基板の高さ方向の位置調整は重要である。

一方、製法は後述するが、アライメント基板 1 1 のアライメントマーク支持部

13も、シリコンウェハを用いて形成できる。例えば、8インチウェハを用いてアライメントマーク支持部13を形成した場合、高さaは $725\mu\text{m}$ にアライメントマーク12の厚みを足したものになる。

アライメントマーク12の先端からアライメントマーク支持部13の段差部分13aまでの距離cは、マスク露光に用いる電子線露光装置（マスク露光機）の加速電圧に依存している。マスク露光の際、メンブレン2を透過した電子が段差部分13aで反射して、メンブレン2上のレジスト3に再入射すると、露光パターンの解像度が低下する。これを防ぐため、例えば加速電圧 $50\sim 100\text{ kV}$ のとき、距離cを約 $10\mu\text{m}$ 以上とすることが望ましい。

アライメントマーク12以外の部分のアライメントマーク支持部13を掘り込んだ構造とすることにより、例えばタングステンなどからなるアライメントマーク12と比較して、アライメントマーク支持部13での電子線に対する反射強度を著しく低くできる。すなわち、アライメントマーク12を高いコントラストで検出することが可能となり、マークシグナルのS/N比が向上する。

また、余計な電子線を反射させにくくするため、アライメントマーク支持部13の材質は低原子量の物質が望ましい。本実施形態では、加工の容易性やマスクブランク1の汚染（コンタミネーション）防止の観点から、アライメントマーク支持部13はシリコンウェハにエッチングを行って形成する。

アライメントマーク12を形成する位置および密度は特に制限されないが、一例として、梁4で囲まれる部分が約 1 mm 角の正方形の場合（図3および図4参照）、梁4で囲まれる部分にはめ込まれる1個のアライメントマーク支持部13上に少なくとも1個、好適には数個のアライメントマーク12を配置することが望ましい。

1個のアライメントマーク支持部13上に数個のアライメントマーク12を配置した場合であっても、アライメントマーク12の間隔は数 $100\mu\text{m}$ 程度となり、前述したSPLEBLと比較して明らかにマーク間隔が広い。したがって、アライ

メントマークで位置情報の信号を読みながら描画を行っても、SPLEBLのように露光速度が顕著に低下することはない。

また、本実施形態によれば、マスクブランクス 1 のメンブレン 2 上でなくアライメント基板 1 1 にアライメントマーク 1 2 を配置するため、アライメントマーク 1 2 は後述する一定条件下でパターン上と非パターン上のいずれにも形成できるが、SPLEBLに比較してマーク密度が低いため、非パターン上に選択的にアライメントマーク 1 2 を配置することもできる。したがって、パターン上と非パターン上に密にマークを配置するSPLEBLで見られるような、レジスト全面での位置情報の読み取りによる潜像コントラストの低下を防止できる。

アライメントマーク 1 2 の厚みは、アライメント光やアライメント用の荷電粒子線（電子線）など（以下これらをまとめてアライメント用の露光線と称する）に依存するが、マスク露光に用いる高加速電子ビームをアライメントに用いる場合は、約 0.1 ～ 5 μm 程度が望ましい。アライメントマーク 1 2 の厚みが小さ過ぎると、アライメント用の露光線の反射強度が弱くなり、アライメント精度が低下する。アライメントマークの厚みが大き過ぎると、図 5 A 参照して後述するアライメントマーク形成用層 2 2 のエッチングが困難となる。

次に、本実施形態のアライメント基板の製造方法を説明する。本実施形態のアライメント基板の製造方法では、アライメントマーク支持部 1 3 の加工を 2 段階に分けて行う。これにより、アライメントマーク支持部の段差部分 1 3 a が所望の高さで形成される。

図 5 A は図 2 に示すアライメント基板 1 1 を作製するための基板を示す断面図である。図 5 A に示すように、基板 1 4 である第 1 のシリコンウェハ上にエッチングストッパー層 1 5 として例えばシリコン酸化膜が形成されている。シリコン酸化膜 1 5 上に第 2 のシリコンウェハ 2 1 が形成され、その上層にアライメントマーク形成用層 2 2 として、例えばタングステン層が形成されている。

基板（第 1 のシリコンウェハ） 1 4 は、図 5 A に示す基板全体が撓まないよう

に、基板全体を支持できる厚みとする。基板 14 としては、半導体デバイスの製造などに用いられる標準化されたウェハを用いることができ、具体的には直径 4 インチ (200 mm) のシリコンウェハの場合は 525 μ m 厚、8 インチウェハの場合は 725 μ m 厚である。

基板 14 としてシリコンウェハを用いるかわりに、石英基板などを用いてもよい。また、アライメントマーク形成用層 22 の材料として、タングステン以外に例えばタンタル、白金、金、イリジウムなどの金属を用いることもできる。また、エッチングストッパー層 15 として、シリコン窒化膜などを形成してもよい。

エッチングストッパー層 15 は、後述する第 2 のシリコンウェハ 21 のエッチング工程で消失しないような厚み、すなわち約 1 μ m 以上とすることが望ましい。第 2 のシリコンウェハ 21 の厚みは、ステンスルマスクの梁および支持膜部分 (図 2 参照) の高さに基づいて決定する。

次に、図 5 B に示すように、アライメントマーク形成用層 22 上に、アライメントマーク 12 (図 2 参照) のパターンでレジスト 23 を形成する。アライメントマーク 12 のパターンでレジスト 23 を形成するには、レジストを全面に塗布してから、電子線や紫外光などで露光を行って現像する。次に、図 5 C に示すように、レジスト 23 をマスクとしてアライメントマーク形成用層 22 にエッチングを行い、タングステンからなるアライメントマーク 12 を形成する。

次に、図 6 A に示すように、レジスト 23 およびアライメントマーク 12 をマスクとして、第 2 のシリコンウェハ 21 の表層部分に所定の深さのエッチングを行う。このエッチングで得られた表面の一部が、アライメントマーク支持部の段差部分 13 a (図 2 参照) となる。その後、図 6 B に示すように、レジスト 23 を除去して洗浄する。

次に、図 6 C に示すように、第 2 のシリコンウェハ 21 の残りの部分を加工するため、全面にレジスト 24 を塗布する。このとき、レジスト 24 としてポジ型

レジストを使用することが望ましい。本実施形態では、アライメントマーク 1 2 部分とそれ以外の部分（アライメントマーク支持部の掘り込み部分 1 3 a）の間に段差があり、下段である掘り込み部分 1 3 a 上の一部のレジストを除去する。

ポジ型レジストは露光された部分が可溶化されるため、ポジ型レジストを用いれば下段側のみにフォーカスを合わせればよく、上段（アライメントマーク 1 2 上のレジスト）と下段の両方が適切に露光されるようなフォーカス深度とする必要がない。上段はすべてレジスト 2 4 を残すため、ポジ型レジストを用いる場合、上段のレジストは露光されなくてもよい。

次に、図 7 A に示すように、レジスト 2 4 の露光・現像を行い、アライメントマーク支持部 1 3（図 2 参照）を形成する部分のレジスト 2 4 のみ残す。

次に、図 7 B に示すように、レジスト 2 4 をマスクとしてエッチングストッパー層 1 5 が露出するまで第 2 のシリコンウェハ 2 1 にエッチングを行い、アライメントマーク支持部 1 3 を形成する。

エッチングストッパー層を用いずに、例えばエッチング時間によりエッチング量を制御して、第 2 のシリコンウェハ 2 1 の厚み分のエッチングが行われた段階でエッチングを終了させることも可能であるが、エッチングストッパー層 1 5 を用いることにより、エッチング面の平坦度を向上させることができる。

第 2 のシリコンウェハ 2 1 が除去された部分に、マスクブランク 1 の梁 4 および支持枠部分 5（図 2 参照）が載せられるため、面平坦度が悪い場合、マスクブランク 1 を安定にセッティングできず、マスク露光での位置精度が低下する。これを防止するため、第 2 のシリコンウェハ 2 1 の下地にはエッチングストッパー層 1 5 を設けることが望ましい。

これに対し、第 2 のシリコンウェハ 2 1 に途中までエッチングを行い、段差部分 1 3 a を形成する工程（図 6 A 参照）では、段差部分 1 3 a で反射するアライメント用の露光線が、マスクパターン転写用のレジスト（マスクブランク 1 のレ

ジスト)に入射しないようなエッチング深さが得られればよい。したがって、第2のシリコンウェハ21の厚み分のエッチングを行うときのような面平坦度は要求されず、エッチングストッパー層を設けずにエッチングを行うことができる。

その後、図7Cに示すように、レジスト24を除去して洗浄することにより、アライメント基板11が完成する。

作製されたアライメント基板11は、マスク露光に用いる前にアライメントマーク12の位置を高精度に測定しておく。測定されたアライメントマーク12の位置座標は、マスク露光機に入力する。マスク露光の際には、このように予め測定され、入力された位置座標と、マスク露光機のアライメントマーク検出結果とを照合し、転写すべきパターンに歪みが生じないようにマスク露光する。マスク露光機に予め入力された位置座標と、マスク露光機のアライメントマーク検出結果が一致するようにアライメントを行った状態でマスク露光すれば、歪みのないパターンを転写できる。

但し、実際にマスクブランク1(図2参照)に露光されたパターンの位置を測定し、位置精度が不足していた場合や、あるいは、マスク露光後にメンブレンにエッチングを行って得られたステンシルマスクを用いてウェハに露光を行ったとき、パターン位置がずれていた場合には、上記のアライメントに補正を加えてもよい。

次に、本実施形態のアライメント基板を用いてマスク露光を行う方法について、詳細に説明する。図2に示すマスクブランク1において、アライメント用の露光線にマスクブランク上のレジスト3が感光しなければ、マスクブランク1に特別の工夫は不要である。また、この場合には、アライメントマーク12上のメンブレンにパターンが配置されても、アライメントではレジスト3が感光しないため、パターン位置に関わらずアライメントマーク12を配置できる。

アライメント用の露光線にレジスト3が感光しない場合の具体例としては、マ

スク露光を加速電圧 50 kV の電子ビームで行い、アライメント用の露光線として波長 780 nm のレーザ光を用いる場合が挙げられる。図 8 は、このような場合にアライメントを行うときの断面図を示す。図 8 に示すように、アライメント用の露光線 16 A はメンブレン 2 およびその上のレジスト 3 を透過して、アライメントマーク 12 に入射する。

このときに要求される位置合わせ精度は、メンブレン 2 とレジスト 3 に描画されるマスクパターンとの合わせ裕度（マージン）に依存する。メンブレン 2 とマスクパターンとの合わせ裕度が小さいときは、従来公知の方法に従って、マスクブランク 1 のメンブレン 2 に、アライメント用の露光線で検出できるマスク側アライメントマークを設けておく。

図 9 A は梁 4 近傍のパターン（ステンシルマスクの場合、開口部）が形成されない部分にマスク側アライメントマーク 7 を形成した例である。マスク側アライメントマーク 7 としては、図 9 A のようにメンブレン 2 の厚み分のエッチングを行って形成された開口部を用いる他、メンブレン 2 の表層部分にエッチングを行って形成された凹部を用いることもできる。

また、図 9 B に示すように、梁 4 上のメンブレン 2 の一部をエッチングにより除去し、マスク側アライメントマーク 7 を形成することもできる。マスク側アライメントマーク 7 は周囲の部分とアライメント用の露光線の透過率が異なり、アライメント基板のアライメントマークに入射するアライメント用の露光線を妨げないものであればよい。

一方、図 8 において、マスクブランク 1 を透過するアライメント用の露光線 16 A により、アライメント基板 11 のアライメントマーク 12 の位置を検出する。アライメントマーク 12 で反射したアライメント用の露光線 17 A は、光検出器 18 A によって検出される。

マスク側アライメントマークを設けた場合には、測定されたマスク側アライメントマークの位置とアライメントマーク 12 の位置を用いてマスクブランク 1

とアライメント基板 11 の位置合わせを行う。その後、マスク露光機に予め入力されているアライメントマーク 12 の位置座標を参照して、マスク露光を行う。マスク露光後、レジストを現像し、レジストをマスクとしてメンブレン 2 にエッチングを行うことにより、リソグラフィ用マスクが得られる。

メンブレン 2 とマスクパターンとの合わせ裕度が大きいときは、マスク側アライメントマークを特に設けなくても、メンブレン 2 を透過するアライメント用の露光線によって検出される梁 4 の位置と、アライメントマーク 12 の位置に基づいて、マスクブランク 1 とアライメント基板 11 の位置合わせを行うことができる。

アライメント用の露光線によってマスクブランク 1 上のレジストが感光する場合は、図 2 C でアライメントマーク 12 上にあるレジスト 3 が、マスク露光後の現像によって除去される。これにより、レジスト 3 をマスクとしてメンブレン 2 にエッチングを行い、開口部（図 1 B の開口部 108 に相当する開口部）を形成する工程で、アライメント用の露光線が照射された箇所にも開口部が形成される。

この開口部がマスクをウェハの露光に用いる際に（半導体装置製造のリソグラフィ工程で）問題となる場合は、対策として、例えば以下のような保護膜を有するマスクブランク 1 を用いる。図 10 A は保護膜を有するマスクブランク 1 の断面図である。

図 10 A のマスクブランク 1 は、図 10 B に示すようにアライメント基板 11 と組み合わせたときに、アライメントマーク 12 上であって、パターンと重ならない位置のメンブレン 2 上に保護膜 8 を有する。それ以外の構造は、図 2 A のマスクブランク 1 と同様である。

本実施形態では、メンブレン 2 の材料として単結晶シリコンが用いられているため、保護膜 8 として例えばシリコン酸化膜を形成すれば、レジスト 3 が除去されても保護膜 8 によってメンブレン 2 が保護される。保護膜 8 を形成するには、

メンブレン 2 上にレジスト 3 を塗布する前に、メンブレン 2 上の全面に例えば化学気相成長 (CVD) によりシリコン酸化膜を形成してから、アライメントマーク上のみに残るようにエッチングで除去する。

保護膜 8 の材料としては、シリコンメンブレンにエッチングを行う工程でエッチングされず、かつ保護膜 8 の厚みの薄膜としたときにアライメント用の露光線が透過する材料であれば、酸化シリコン以外を用いることもできる。例えば、上記のような方法で保護膜 8 を形成するかわりに、集束イオンビーム (FIB; focused ion beam) を用いて保護膜 8 を形成することもできる。

FIB により保護膜 8 を形成するには、メンブレン 2 の表面に有機ガスを吹き付けながら、アライメントマーク 12 上となる位置に Ga イオンビームを照射する。イオンビームのエネルギーでガスが分解し、炭素膜が堆積するため、局所的に保護膜 8 が形成される。この炭素膜はレジスト 3 の除去後に行われる洗浄に対しても十分な耐性をもつ。したがって、アライメント用の露光線が透過するような厚みで炭素膜を形成すれば、保護膜 8 として使用可能である。

図 10 A および図 10 B に示すように保護膜 8 を形成した場合にも、必要に応じて、図 9 に示すような従来公知のマスク側アライメントマーク 7 を形成できる。合わせ裕度が大きい場合には、図 9 に示すようなマスク側アライメントマークは設けなくてもよい。マスク側アライメントマークを設けない場合は、梁 4 の位置を基準としてマスクブランクとアライメント基板 11 のアライメントを行う。

図 11 は、保護膜 8 を有するマスクブランクとアライメント基板 11 のアライメントを行うときの断面図を示す。保護膜 8 が形成されている場合は、マスク露光に用いる高加速電子ビームをアライメントに用いることができる。図 11 に示すように、アライメント用高加速電子ビーム 16 B はメンブレン 2 およびその上のレジスト 3 を透過して、アライメントマーク 12 に入射する。アライメントマーク 12 で反射した電子ビーム 17 B を電子線検出器 18 B により検出し、ア

ライメントマーク 1 2 の位置を測定する。

図 1 1 に示すアライメント方法は、特に、電子ビーム転写型リソグラフィの一つである L E E P L (low energy electron proximity projection lithography) 用ステンシルマスクを作製するためのマスク露光時のアライメントに好適である。

L E E P L では、加速電圧が例えば 2 k V の電子ビームが用いられ、マスクパターンは等倍でウェハ上に投影される。したがって、縮小投影系のリソグラフィに用いられるマスクよりも微細なパターンでメンブレンに開口部を形成する必要がある。メンブレンが厚いと開口部のアスペクト比が高くなり、微細加工が困難となるため、L E E P L 用マスクには極めて薄いメンブレンが用いられる。

また、加速電圧が例えば 5 0 ~ 1 0 0 k V の高加速電子ビームは数 1 0 0 n m 程度の厚みのメンブレンを透過するが、L E E P L で用いられる低加速電子ビームは数 1 0 0 n m 程度の厚みのメンブレンで遮断され、開口部のみ選択的に通過するため、マスクパターンが転写される。

一方、L E E P L 用ステンシルマスクを作製するためのマスク露光には高加速電子ビームが用いられるため、マスク露光用の電子ビームはメンブレンを透過し、これをアライメント基板のアライメントマークで反射させることにより、アライメントにも用いることができる。

図 8 または図 1 1 に示すように、予めマスク露光機の外でアライメントマーク 1 2 の位置が測定されたアライメント基板と、マスクブランクスをマスク露光機内でセッティングし、前述したようなアライメントを行う。その後、マスク露光によりレジストにパターンを転写する。

マスクブランク스와アライメント基板との相対位置がマスク露光中にずれると、マスク露光の位置精度が低下するため、アライメントされたマスクブランク스와アライメント基板は、例えば押し当てクランプや静電チャックを用いて固定する。

さらに、マスクブランクとアライメント基板をマスク露光機内に搬送する前に、アライメントマークの位置を高精度に測定するときのマスクブランクおよびアライメント基板のステージと、マスク露光機内でのマスクブランクとアライメント基板のステージは同様の機構を採用したものであることが望ましい。例えば、押し当てクランプによりマスクブランクとアライメント基板を固定する場合は、押し当てクランプの保持機構を座標測定機とマスク露光機で同様とすることが望ましい。

本実施形態のアライメント方法では、メンブレン直下に配置されたアライメントマークを用いてアライメントを行うため、メンブレンにアライメントマークが形成されている場合と同様に、汎用されている様々なアライメント検出系を適用できる。また、メンブレンおよびその上層のレジストで遮断されない限り、光および荷電粒子線のいずれもアライメントに用いることができるが、これに限らず、アライメント用の露光線は、荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線、放射線および／または可視光であってもよい。

従来のアライメント方法で高精度にアライメントを行うには、マスク露光用のアライメントマークを各マスクブランクに設ける必要があったが、本実施形態のアライメント方法によれば、マスクブランクの下層に重ねて配置されるアライメント基板にアライメントマークが設けられる。したがって、各マスクブランクに必ずしもアライメントマークを形成する必要がない。これにより、マスクの製造工程数や製造コストを削減できる。

また、各マスクブランクにアライメントマークを設けてマスク露光用のアライメントを行うと、アライメントマーク形成プロセスの影響により、マスクブランク間で微妙にアライメントマークの位置が異なる場合が生じる。したがって、半導体デバイスの多層配線の配線間、あるいは相補マスクに形成されるパターン（相補分割パターン）間でパターンの合わせずれが生じる要因となる。

それに対し、本実施形態のアライメント方法によれば、異なるマスクパターン

が描画されるマスクブランクスのアライメントに共通のアライメント基板を用いるため、アライメントマーク位置のばらつきがなく、マスク間の位置合わせ精度を高くすることができる。

本発明のアライメント方法、アライメント基板、アライメント基板の製造方法、露光方法、露光装置およびマスクの製造方法の実施形態は、上記の説明に限定されない。例えば、上記の実施形態ではアライメントにレーザ光や電子ビームを用いているが、X線あるいは波長域がブロードな白色光など、荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線、放射線および／または可視光をアライメントに用いることもできる。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

本発明のアライメント方法によれば、マスクにアライメントマークを設けなくても高精度に位置合わせを行うことができ、アライメントによる露光のスループットの低下や、潜像コントラストの低下を防止できる。

本発明のアライメント基板によれば、異なるマスクパターンが形成されたマスク同士でのパターンの重ね合わせ精度あるいはつなぎ合わせ精度を向上させることができる。本発明のアライメント基板の製造方法によれば、アライメントマークを高いコントラストで検出できるアライメント基板を製造できる。

本発明の露光方法および露光装置によれば、マスクパターンの描画において、マスクにアライメントマークを設けなくても高精度に位置合わせを行うことができ、アライメントによる露光のスループットの低下や、潜像コントラストの低下を防止できる。

本発明のマスクの製造方法によれば、マスクパターンの位置精度が高いリソグラフィ用マスクを製造できる。

産業上の利用可能性

本発明は、半導体装置などの製造に用いられる電子線露光などの露光工程にお

いてマスクの位置合わせを行うためのアライメント方法、アライメント基板とその製造方法、ならびに、半導体装置などの製造に用いられる露光方法、露光装置、マスクの製造方法に利用可能である。

請求の範囲

1. 薄膜の第1面側から第2面側に露光線を透過させ、前記薄膜の第2面側であって前記薄膜外に配置された複数のアライメントマークで前記露光線を反射させる工程と、

前記アライメントマークで反射した前記露光線を、前記薄膜の第1面側で検出し、前記アライメントマークの位置を検出する工程と、

検出された前記アライメントマークの位置を用いて、前記薄膜上の位置座標を求める工程とを有する

アライメント方法。

2. 前記薄膜の第1面はレジストが塗布された面であり、
前記薄膜上の位置座標を求める工程は、前記薄膜上にマスクパターンを描画する位置を決定する工程を含む

請求項1記載のアライメント方法。

3. 前記露光線は、荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線、放射線および／または可視光であることを特徴とする

請求項1記載のアライメント方法。

4. 第1面に露光線が入射する薄膜の第2面側に、表面が前記薄膜の第2面と対向するように配置され、

前記表面に形成されたアライメントマークであって、前記薄膜を透過して入射する前記露光線を周囲の前記表面よりも高反射率で反射する複数の前記アライメントマークを有する

アライメント基板。

5. 前記アライメントマーク周囲の前記表面は、前記アライメントマークの表面よりも前記薄膜の第2面から遠い位置に形成されている

請求項4記載のアライメント基板。

6. 前記アライメントマークと前記アライメントマーク周囲の前記表面は異なる

る材料からなる

請求項 4 記載のアライメント基板。

7. 前記露光線は、荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線、放射線および／または可視光であることを特徴とする

請求項 4 記載のアライメント基板。

8. 第 1 の基板上にエッチングストッパー層を形成する工程と、

該エッチングストッパー層上に第 2 の基板を形成する工程と、

該第 2 の基板上の一部に複数のアライメントマークを形成する工程と、

該アライメントマークをマスクとして、前記第 2 の基板の表層部分にエッチングを行い、前記アライメントマーク直下の前記第 2 の基板表面と、前記アライメントマーク周囲の前記第 2 の基板表面の間に段差を形成する工程と、

前記アライメントマーク上および前記アライメントマーク周囲の前記第 2 の基板上の一部にレジストを形成する工程と、

前記レジストをマスクとして、前記エッチングストッパー層が露出するまで前記第 2 の基板にエッチングを行う工程と、

前記レジストを除去する工程とを有する

アライメント基板の製造方法。

9. 表面に複数のアライメントマークを有するアライメント基板で、前記アライメントマークの位置座標を測定する工程と、

第 1 面上にレジストが塗布された薄膜の第 2 面側に、前記薄膜の第 2 面と前記表面が対向するように前記アライメント基板を配置する工程と、

前記薄膜の第 1 面側から第 2 面側に露光線を透過させ、前記アライメントマークで前記露光線を反射させる工程と、

前記アライメントマークで反射した前記露光線を、前記薄膜の第 1 面側で検出し、前記アライメントマークの位置を検出する工程と、

検出された前記アライメントマークの位置を用いて、前記レジストにマス

クパターンを描画する位置を決定する工程と、

前記レジストに荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線および／または放射線の露光により前記マスクパターンを描画する工程とを有する

露光方法。

10. 前記レジストは、前記アライメントマークで反射させる露光線に対して感光性をもたない

請求項9記載の露光方法。

11. 前記レジストは、前記アライメントマークで反射させる露光線に感光性をもち、

前記薄膜の第1面上にレジストを塗布する前に、前記薄膜と前記アライメント基板を対向させ配置したときに、前記アライメントマーク上に位置する前記薄膜表面に、前記薄膜の保護膜を形成する工程をさらに有する

請求項9記載の露光方法。

12. 前記保護膜を形成する工程は、前記薄膜上に保護膜材料を堆積させる工程と、

不要な部分に堆積された前記保護膜材料をエッチングにより除去する工程とを含む

請求項11記載の露光方法。

13. 前記保護膜を形成する工程は、有機ガスの存在下で前記保護膜を形成する箇所に集束イオンビームを照射して、局所的に炭素膜を形成する工程を含む

請求項11記載の露光方法。

14. 前記露光線は、荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線、放射線および／または可視光であることを特徴とする

請求項9記載の露光方法。

15. 第1面上にレジストが塗布された薄膜を保持する薄膜保持手段と、

表面に複数のアライメントマークを有するアライメント基板を、前記薄膜

の第2面側に、前記薄膜の第2面と前記表面が対向するように保持するアライメント基板保持手段と、

前記第1面に露光線を照射し、前記レジストおよび前記薄膜を介して前記アライメントマークで反射させ、前記アライメントマークで反射された前記露光線を前記第1面側で検出し、前記アライメントマークの位置座標を測定するアライメント検出系と、

前記レジストにマスクパターンを描画する荷電粒子線源、極短紫外線源、X線源、紫外線源および／または放射線源とを有する

露光装置。

16. 前記マスクパターンを描画する前記荷電粒子線源、極短紫外線源、X線源、紫外線源および／または放射線源は、前記アライメント検出系の前記露光線である荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線および／または放射線の照射にも用いられる

請求項15記載の露光装置。

17. 前記露光線は、荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線、放射線および／または可視光であることを特徴とする

請求項15記載の露光装置。

18. 薄膜の第1面上にレジストを塗布する工程と、

表面に複数のアライメントマークが形成されたアライメント基板を、前記薄膜の第2面側に、前記薄膜の第2面と前記表面が対向するように配置する工程と、

前記薄膜の第1面側から第2面側に露光線を透過させ、前記アライメントマークで前記露光線を反射させる工程と、

前記アライメントマークで反射した前記露光線を、前記薄膜の第1面側で検出し、前記アライメントマークの位置を検出する工程と、

検出された前記アライメントマークの位置を用いて、前記レジストにマス

クパターンを描画する位置を決定する工程と、

前記レジストに荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線および／または放射線の露光により前記マスクパターンを描画する工程と、

前記レジストを現像する工程と、

前記レジストをマスクとして前記薄膜にエッチングを行い、前記マスクパターンで開口部を形成する工程と、

前記レジストを除去する工程とを有する

マスクの製造方法。

19. 前記レジストは、前記アライメントマークで反射させる露光線に感光性をもち、

前記薄膜の第1面上にレジストを塗布する前に、前記薄膜と前記アライメント基板を対向させ配置したときに、前記アライメントマーク上に位置する前記薄膜表面に、前記薄膜の保護膜を形成する工程をさらに有し、

前記薄膜にエッチングを行う工程で、前記保護膜により前記薄膜をエッチングから保護する

請求項18記載のマスクの製造方法。

20. 前記露光線は、荷電粒子線、極短紫外線、X線、紫外線、放射線および／または可視光であることを特徴とする

請求項18記載のマスクの製造方法。

FIG. 1A

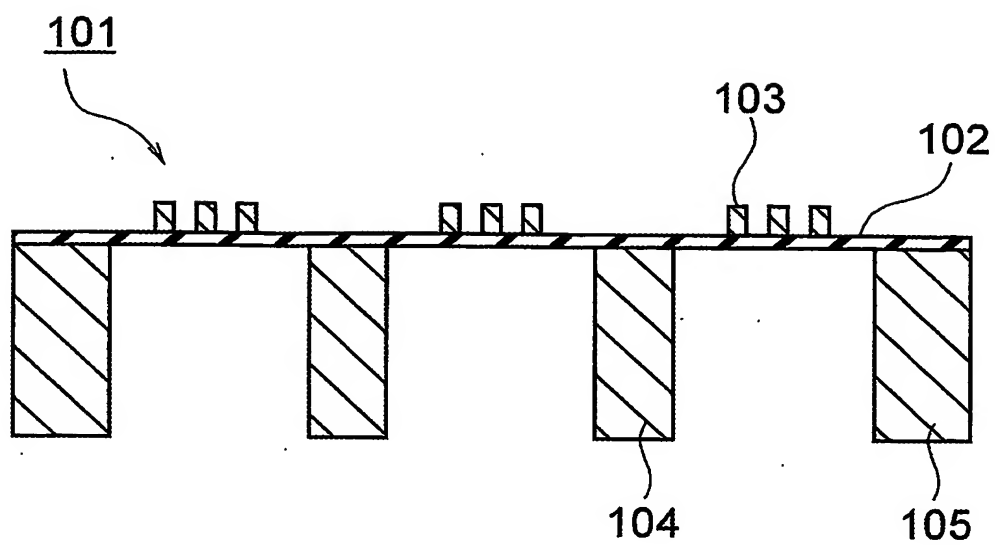


FIG. 1B

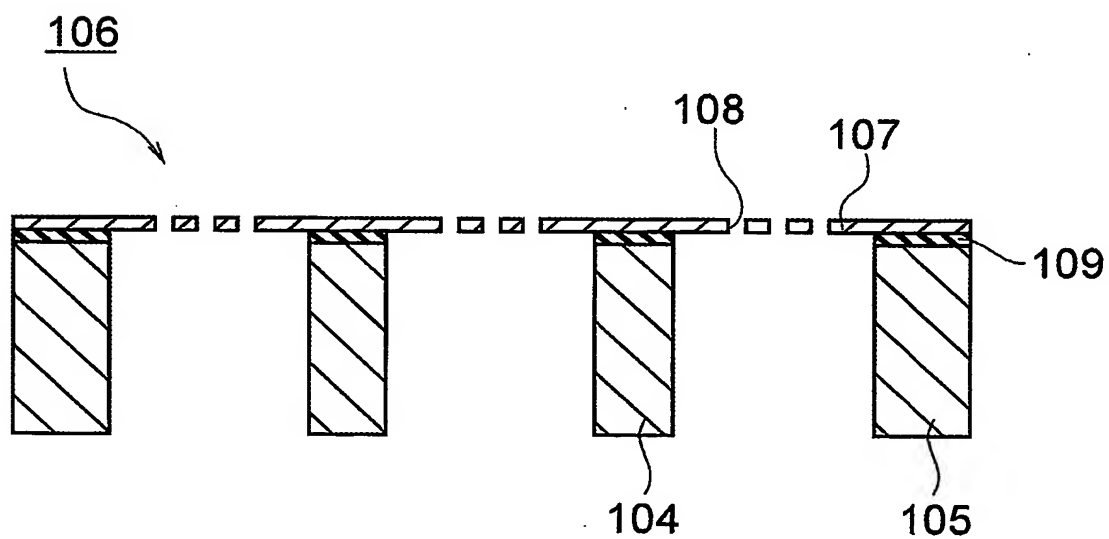


FIG. 2A

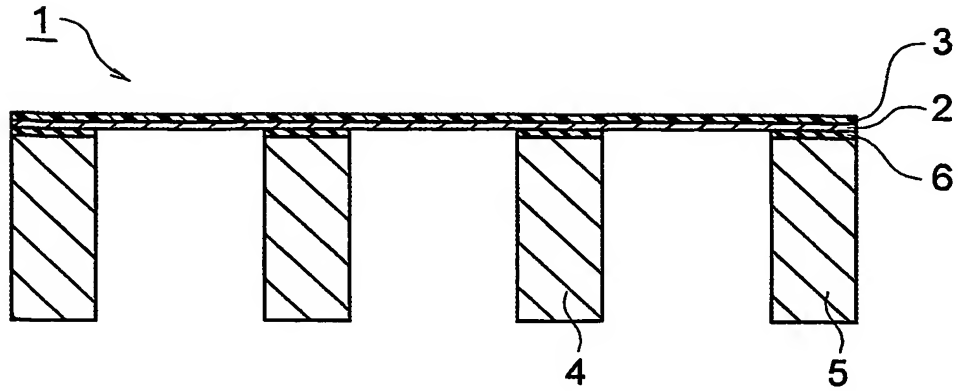


FIG. 2B

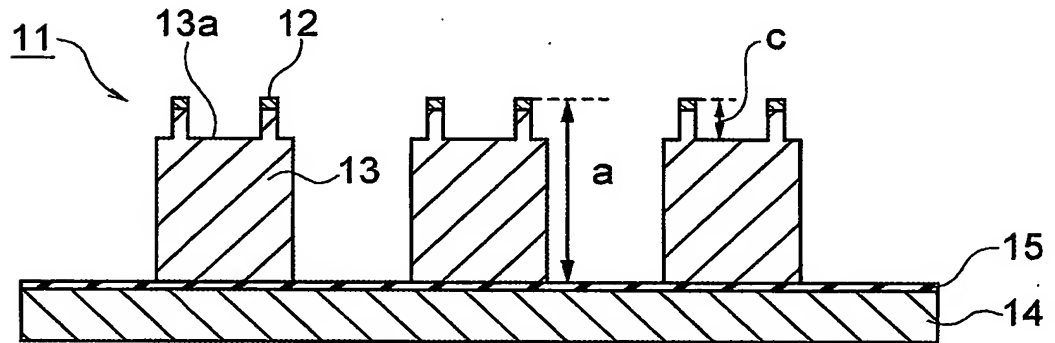


FIG. 2C

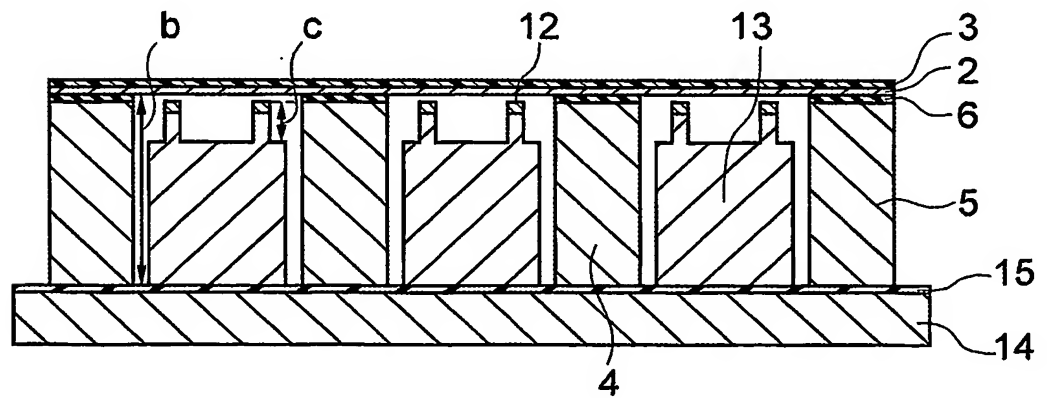


FIG. 3

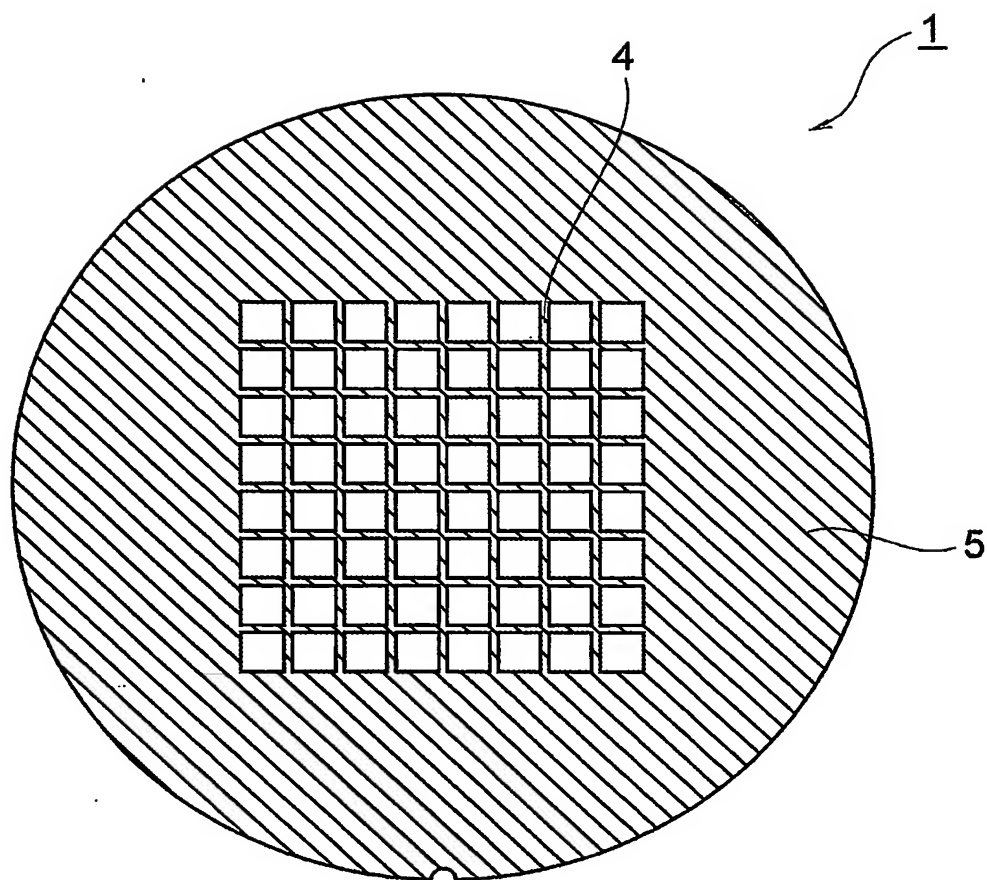


FIG. 4

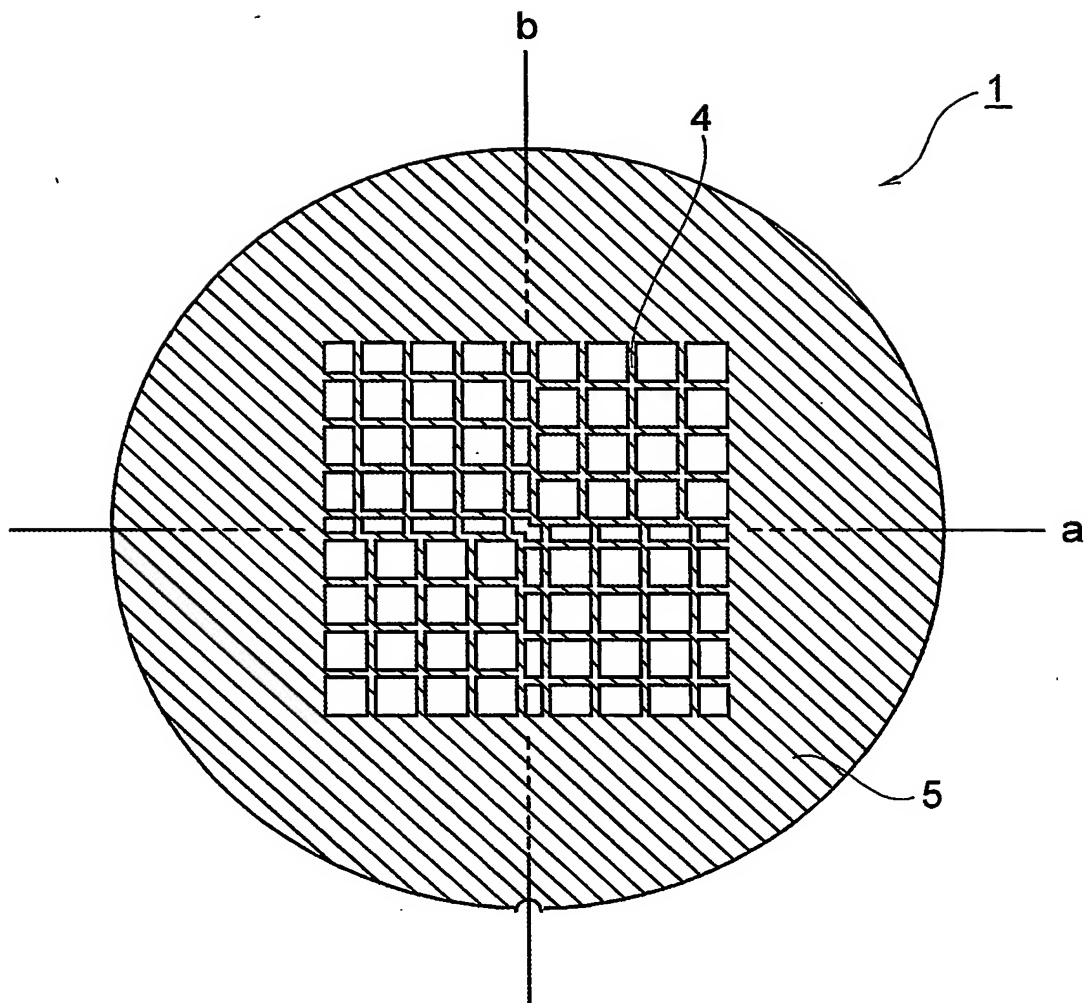


FIG. 5A

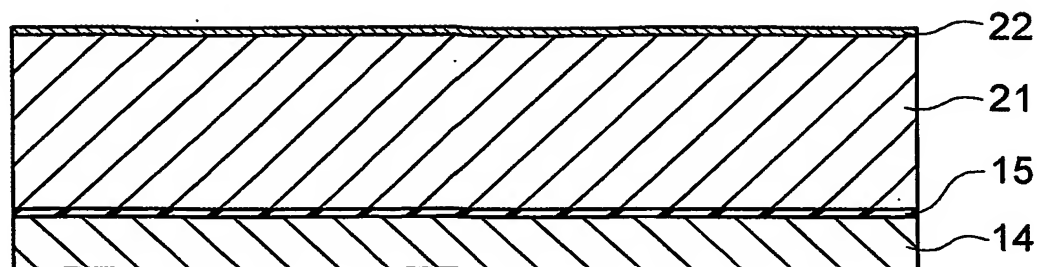


FIG. 5B

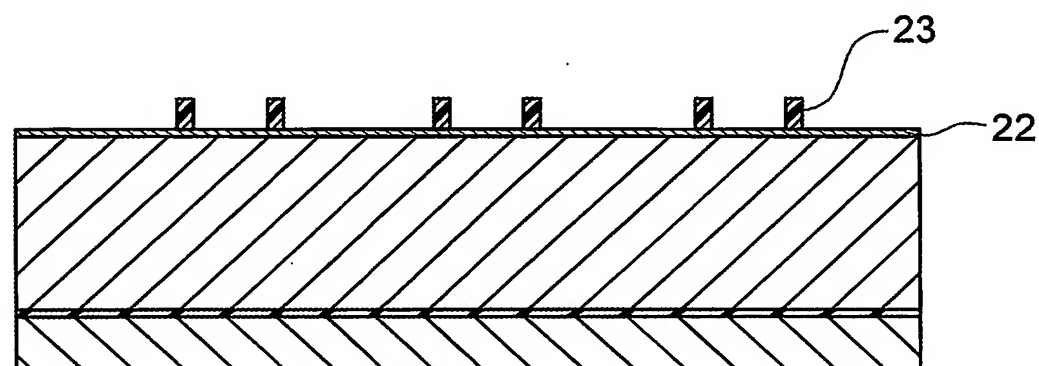


FIG. 5C

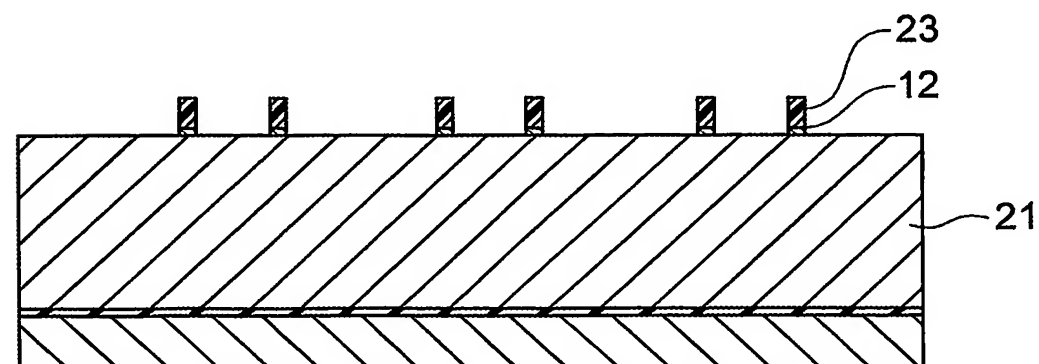


FIG. 6A

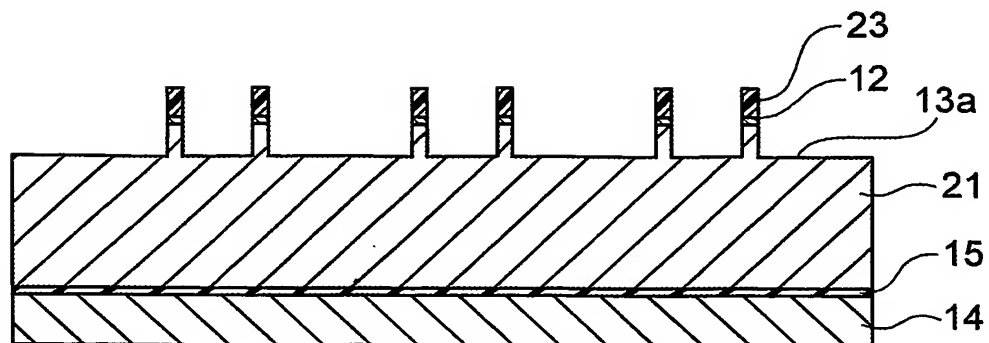


FIG. 6B

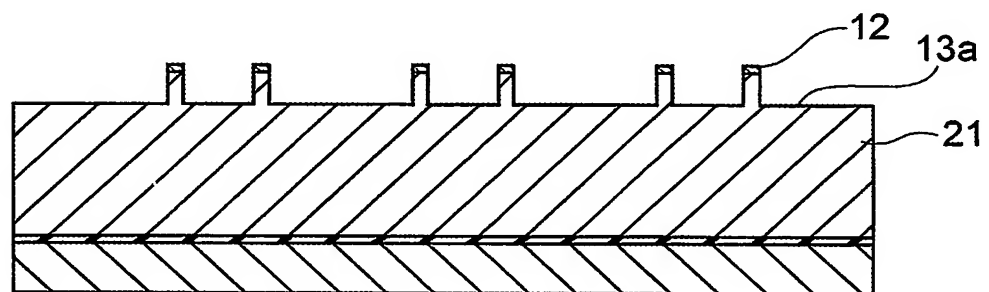


FIG. 6C

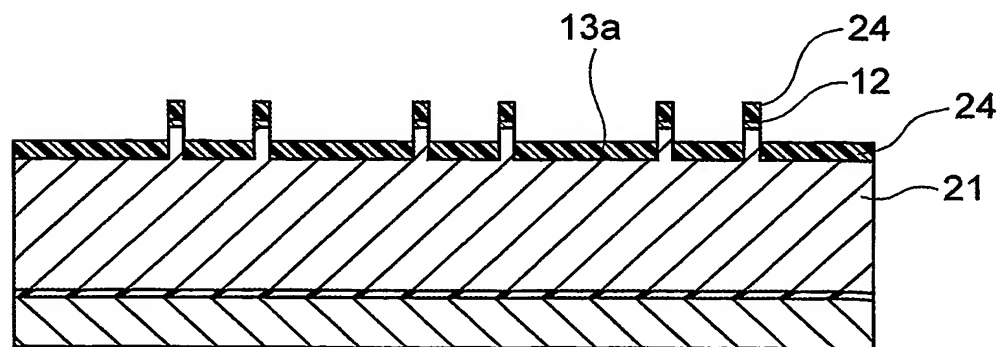


FIG. 7A

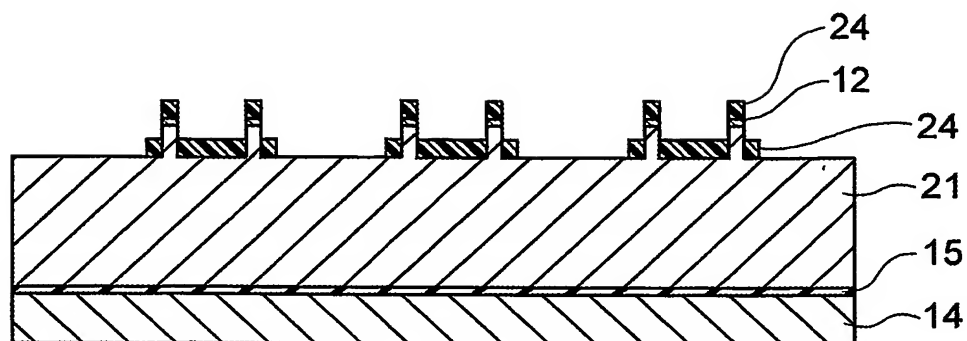


FIG. 7B

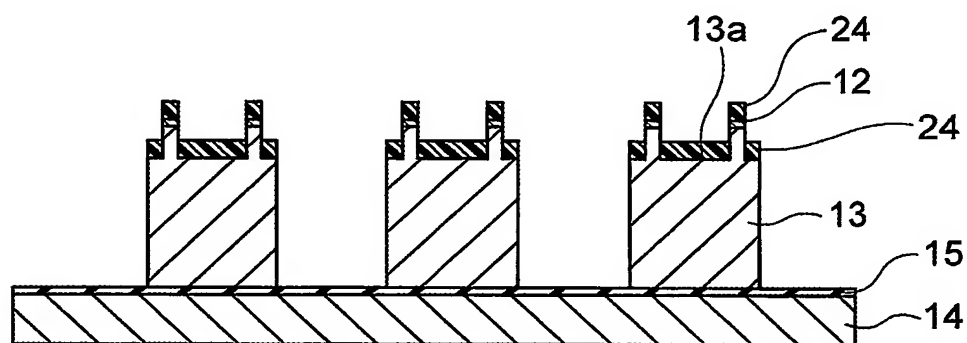


FIG. 7C

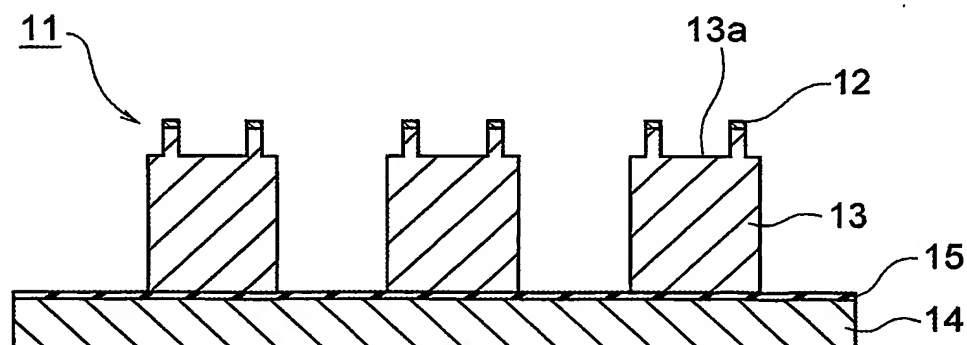


FIG. 8

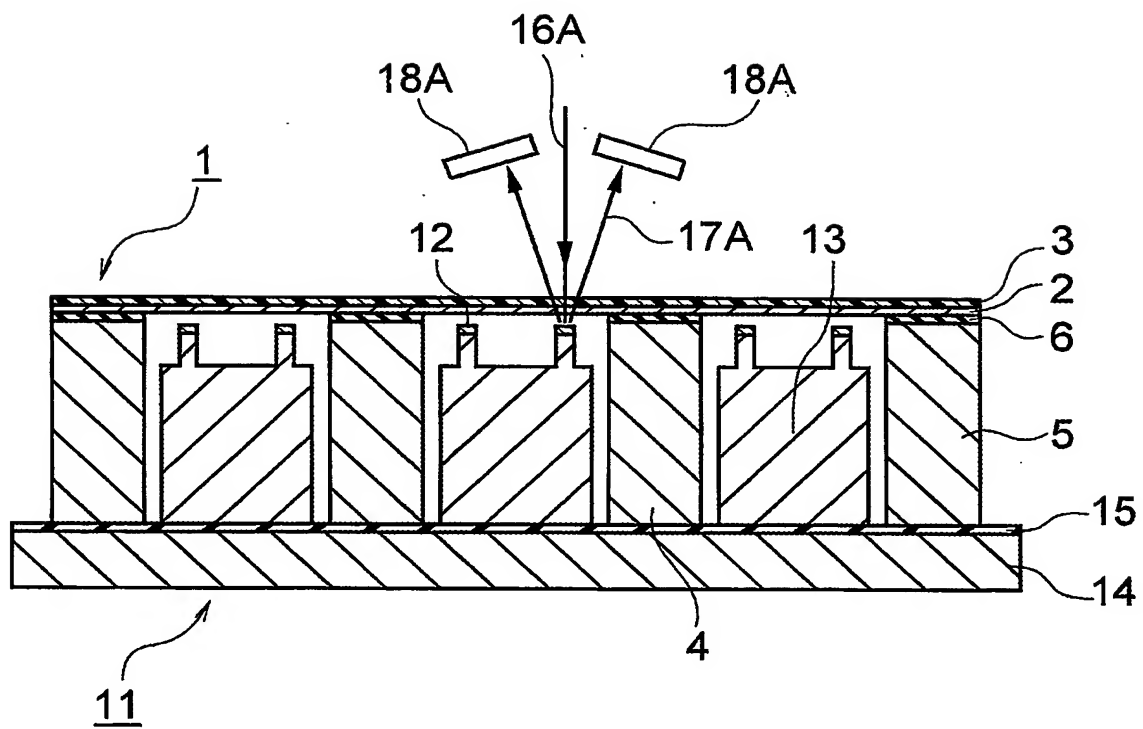


FIG. 9A

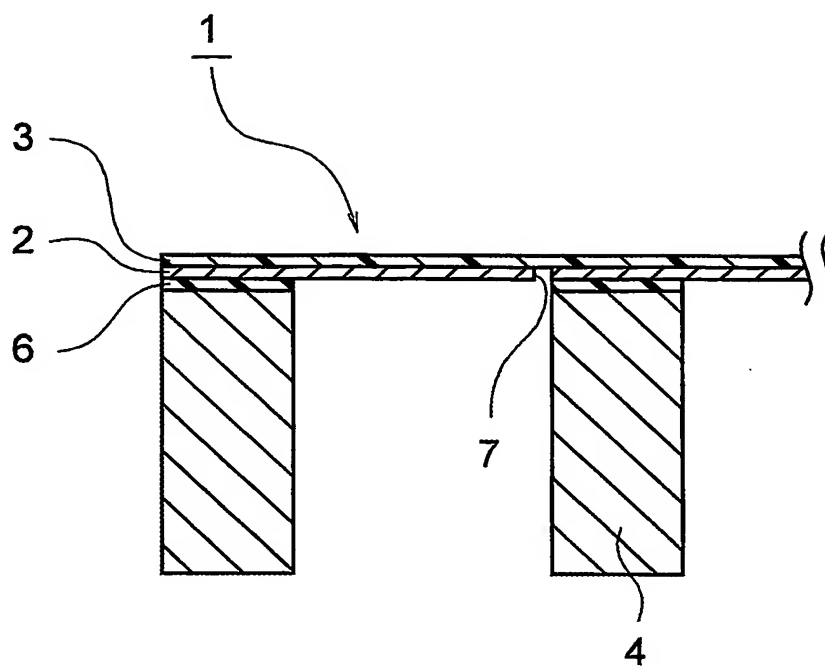


FIG. 9B

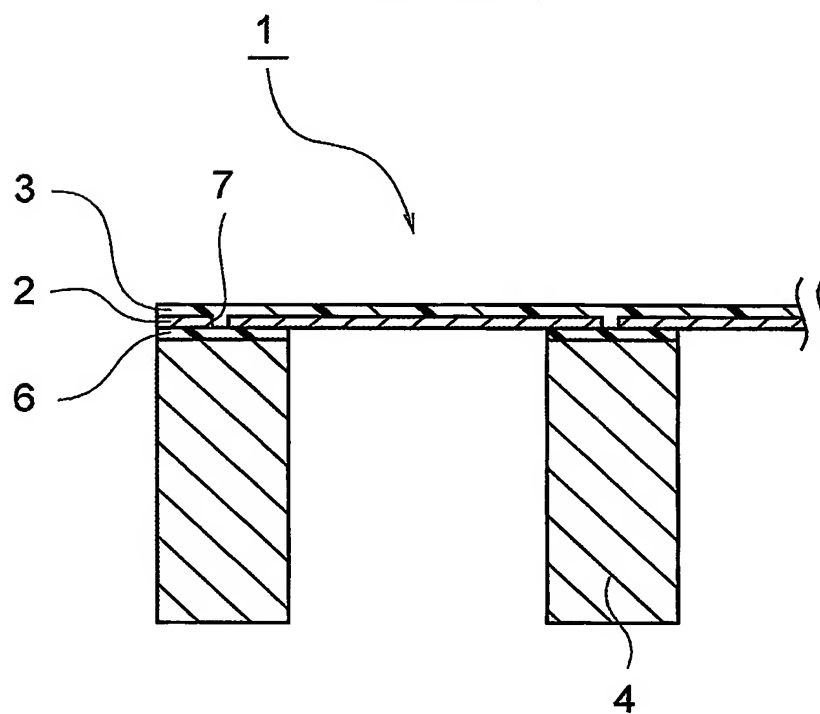


FIG. 10A

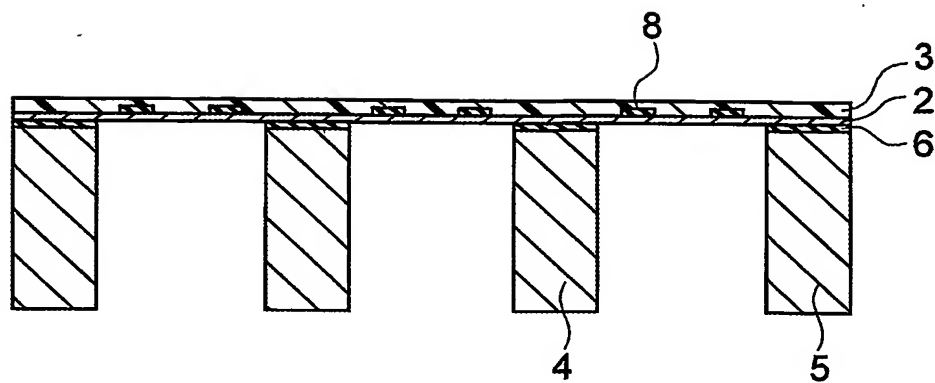


FIG. 10B

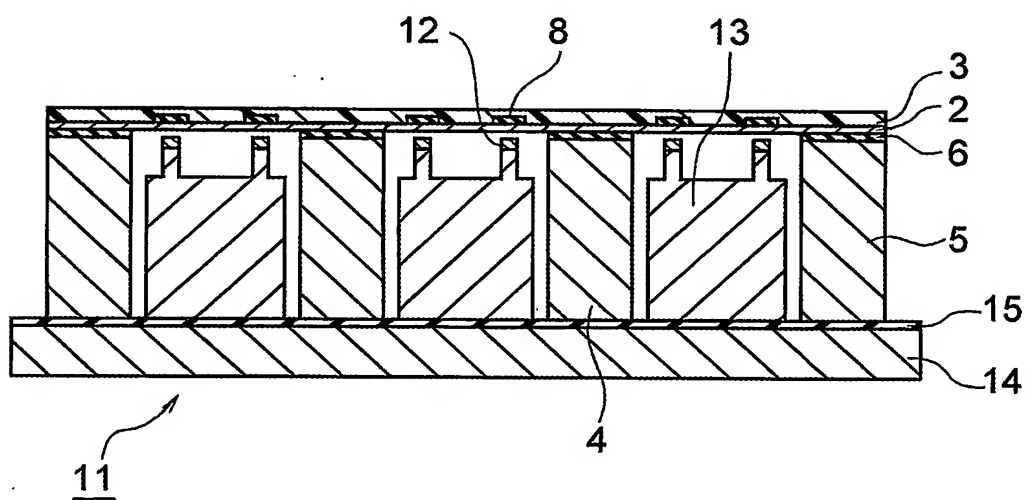
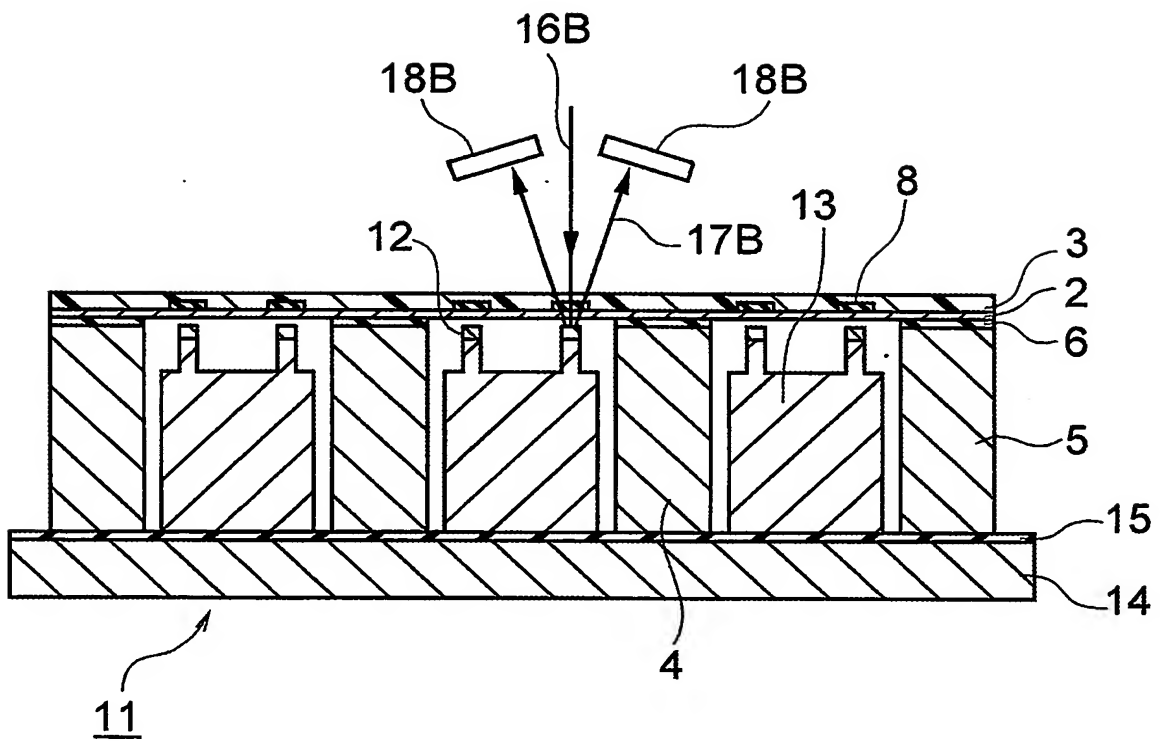


FIG. 11



符号の説明

- 1 …マスクブランクス
- 2 …メンブレン
- 3 …レジスト
- 4 …梁
- 5 …支持枠部分
- 6 …エッチングストッパー層
- 7 …マスク側アライメントマーク
- 8 …保護膜
- 1 1 …アライメント基板
- 1 2 …アライメントマーク
- 1 3 …アライメントマーク支持部
- 1 3 a …段差部分
- 1 4 …第 1 のシリコンウェハ（基板）
- 1 5 …エッチングストッパー層
- 1 6 A …アライメント光
- 1 6 B …アライメント用電子ビーム
- 1 7 A …アライメント光の反射光
- 1 7 B …アライメント用電子ビームの反射ビーム
- 1 8 A …光検出器
- 1 8 B …電子線検出器
- 2 1 …第 2 のシリコンウェハ
- 2 2 …アライメントマーク形成用層
- 2 3, 2 4 …レジスト
- 1 0 1 …メンブレンマスク
- 1 0 2 …メンブレン

1 0 3 …吸収体

1 0 4 …梁

1 0 5 …支持枠部分

1 0 6 …ステンシルマスク

1 0 7 …メンブレン

1 0 8 …開口部

1 0 9 …エッチングストッパー層

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/11016

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F1/16, 7/20, 9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F1/08-1/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 1-098226 A (Fujitsu Ltd.), 17 April, 1989 (17.04.89), Full text (Family: none)	1, 3-8
A	US 5703373 A (PECKERAR et al.), 30 December, 1997 (30.12.97), The whole document (Family: none)	1-20
A	US 5892230 A (GOODBERLET et al.), 06 April, 1999 (06.04.99), The whole document & WO 98/54746 A1	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 December, 2003 (09.12.03)

Date of mailing of the international search report

24 December, 2003 (24.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027,
G03F1/16, 7/20, 9/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F1/08-1/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 1-098226 A(富士通株式会社), 1989. 04. 17, 全文, (ファミリーなし)	1, 3-8
A	US 5703373 A(PECKERAR et. al.), 1997. 12. 30, the whole document, no family	1-20
A	US 5892230 A(GOODBERLET et. al.), 1999. 04. 06 the whole document, & WO 98/54746 A1	1-20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 12. 03

国際調査報告の発送日

24.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 秀樹

2M

3154

電話番号 03-3581-1101 内線 6480